



TITLE:

量子力学とカオス-基礎的問題から ナノサイエンスまで-

AUTHOR(S):

CITATION:

量子力学とカオス-基礎的問題からナノサイエンスまで-. 物性研究
2004, 82(5): 657-661

ISSUE DATE:

2004-08-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/97886>

RIGHT:

研究会報告

(YITP-W-03-16)

量子力学とカオス —基礎的問題からナノサイエンスまで—

日時：2003年11月12日(水)～14日(金)

場所：京都大学基礎物理学研究所

ケルヴィン卿の講演に端を発したエルゴード仮説をめぐる19世紀の暗雲を取り除くために、カオスを示す非可積分ビリヤード内のボールの複雑な非線形動力学の統計力学的考察が、20世紀の100年間にわたって展開されてきた。その中で典型的なものは、スタジアムとシナイビリヤードである。スタジアムは長方形の両側に一對の半円を取り付けたもので、ビリヤードボールは凹状の壁の内側をカオス運動する。シナイビリヤードは丸い障害物を規則的あるいは不規則に配置したもので、ビリヤードボールは凸状の壁の外側をカオス運動する。ビリヤードボールの運動は、初期条件がほんのわずかな違いだけでその後の経路がまったく異なってしまうのでカオス的であり、エルゴード性を示す。つまり、カオスを示すビリヤードは、ケルヴィン卿の言う暗雲を取り除き、統計力学の基礎を証明する重要な舞台となっている。1990年代に入ると、ナノテクノロジーをもちいて、半導体のヘテロ接合界面を加工し、量子ビリヤードもしくは量子ドットと言うサブミクロンスケール以下のビリヤードを作製することが可能になった。こうして、ナノスケールの構造の電子デバイスを用いて、量子カオスを実験的に捉えることが活発になり、量子輸送に関する基礎理論の確立が求められている。他方、分子科学の分野では、多次元配位空間を舞台にした分子反応の動力学に関して息の長い研究が続けられている。そこでは高次元カオスの半古典理論やカオスのトンネリングの研究が主題となっている。更に、核理論はもちろん、場の理論や宇宙論においても量子カオスの研究が始まっている。従って、物性物理、分子科学、統計力学、核理論、場の理論などの諸分野でこれまでばらばらに行なわれていた量子カオス関連分野の研究者が集まり、今後の研究の発展の契機を探ることは極めて意義深い。このような認識の下に、我々は昨年引き続き、基礎物理学研究所短期研究会「量子力学とカオス：基礎的問題からナノサイエンスまで」(2003年11月12日～14日)を開催し、量子カオスの個別分野の従来の研究を、普遍性を追求する立場から幅広く組織して議論を深めることを試みた。具体的なテー

マとして以下の内容を含む:

1. 量子力学とカオスのボーダーにおける基礎的問題
2. ナノサイエンスにおける量子カオスの最近の話題
3. 分子科学、核理論における量子カオスと半古典理論
4. カオス・量子カオスと平衡・非平衡統計力学
5. 場の理論および宇宙論における量子カオス
6. 数学的および数理科学的考察

本研究会は、上述したように、前年度に続く第二回目となる。前回と比較して次のような発展があった。

1. 研究交流の場を広げるため、ポスター発表の場を設け、口頭講演は招待講演のみとした。口頭講演 29 件、ポスター講演 28 件であった。ポスター講演では、大学院生を含む若い研究者の活発な交流があった。
2. 外国からの自発的な参加者が 10 名もあり、その方々にも講演をお願いした。そのため、口頭講演は全て英語によって行うこととした。本書は、基本として日本語で記述されているが、外国人による論文は英語で記録されている。

以上の事情を受けて、研究会への参加者数は登録された人だけでも 103 名を越え、組織委員の予定を越えて大きな規模の研究会になった。組織委員会では、「物性研究」には全ての発表者から原稿を掲載することに決めたが、紙数制限のため、口頭講演には 4 ページ、ポスター講演には 2 ページ分のスペースしか提供できなかった。執筆者と読者の皆様には、深い記述には不十分であることをお詫びしたい。しかし、一方、現時点におけるわが国のカオス研究の一端を鳥瞰するのには適切な記録ができたものと信ずる。より深く詳細な知見は、興味ある地点に下りてきていただき、ご自分の目の高さで探求していただくことを切望する。

本研究会は、活発な質疑応答が続き、またユニークな発表が多く、分野を越えて議論することのスリルと興奮を味わうことができる貴重な機会となった。

組織委員 中村勝弘 (大阪市大), 高塚和夫 (東大), 大場一郎 (早大)

京大基研短期研究会 「量子力学とカオス：基礎的問題からナノサイエンスまで」

日時 2003 年 11 月 12 日(水)～14 日(金)

場所 京都大学基礎物理学研究所

1) 量子力学とカオスのボーダーにおける基礎的問題

Quantum Chaos in Generic Systems

.....(Center for Applied Mathematics and Theoretical Physics, University of Maribor) Marko Robnik
量子 KAM トーラスについて.....(東京都立大学大学院理学研究科物理) 齋藤 暁, 入澤 学, 川口 弘
連続測定に起因する量子カオス.....(筑波大学図書館情報学系) 鎮目 浩輔

(Los Alamos 研) S. Habib

(Griffith 大学) K. Jacobs

巨視的量子ダイナミクスにおける非線形項の効果.....(大阪市立大学大学院工学研究科) 中村 勝弘

Quantization of Open System Based on Quantum State Diffusion II

.....(Department of Physics, Waseda University) Ichiro Ohba, Yukihiro Ota

カオス的なマクロ量子系における揺らぎ, 相関, エンタングルメント.....(京都大学基礎物理学研究所) 杉田 歩

(東京大学大学院総合文化研究科) 清水 明

量子多成分系における時間領域の半古典論.....(東京都立大学大学院理学研究科物理学専攻) 田中 篤司

量子ゼノン効果と空間的に離れた装置による非直接測定.....(東北大学大学院理学研究科) 堀田 昌寛

巨視的波束の2重スリット通過のダイナミクス.....(大阪市立大学工学研究科) 中園 直史, 中村 勝弘

Nodal domains of an irregular oscillator.....(京都光華女子大学短期大学部) 相場 浩和

(東京都立大学大学院理学研究科) 鈴木 徹

トンネル空間におけるカオス.....(東京大学総合文化研究科) 牛山 浩, 高塚 和夫

2) ナノサイエンスにおける量子カオスの最近の話題

マイクロスタジアムレーザ.....(ATR 適応コミュニケーション研究所) 原山 卓久

C_{60} イオンにおけるバイブロニック問題.....(千葉大学自然科学研究科) 原 朗, 夏目 雄平

BEC におけるダイナミカルトンネリング —相空間構造と非線形項の効果—

.....(大阪市立大学工学部) 阪口 洋好, 中村 勝弘

Uni-directional transport in billiards

.....(Physics Department, Faculty of Mathematics and Physics, University of Ljubljana, Slovenia)

Martin Horvat and Tomaz Prosen

一次元 Mott 絶縁体の非線形輸送.....(東京大学理学部) 岡 隆史

3) 分子科学、核理論における量子カオスと半古典理論

高励起振動状態の分子のダイナミクスとカオス.....(奈良女子大学理学部) 戸田 幹人

量子のガラスと古典のガラス.....(東京大学大学院総合文化研究科) 寺本 央, 高塚 和夫

非断熱系のカオス……………(東京大学大学院総合文化研究科)高塚 和夫
モノドロミーを用いた非断熱遷移の解析的計算……………(大阪市立大学工学研究科)加藤 岳生
Product Jahn-Teller 系における光吸収スペクトル

……………(千葉大学大学院自然科学研究科理化学専攻)杉下 信也, 夏目 雄平
交換相互作用を介して非線形格子振動と量子スピンの結合した系のダイナミクス

……………(千葉大学自然科学研究科)山崎久嗣, 夏目 雄平
(大阪市立大学工学研究科)寺井 章, 中村 勝弘

複素半古典論と多次元障壁トンネル効果……………(九州工業大学情報工学部)高橋 公也
(立命館大学理工学部)池田 研介

振幅項がない擬相関関数によるカオスの半古典量子化…(東京大学総合文化研究科)堀田 浩司, 高塚 和夫
クローン系カオスの半古典量子化……………(東京大学大学院総合文化研究科)高橋 聡, 高塚 和夫
量子力学的拡散をとり込んだ半古典論……………(東京大学総合文化研究科)八木 直治

強磁場中における亜酸化銅光吸収スペクトルの温度依存性と量子カオス…(物質・材料研究機構)瀬山 美穂
量子 XXZ スピン鎖の準位間隔分布における予想外の振る舞い……………(お茶の水女子大学理学部)出口 哲生

(お茶の水女子大学人間文化研究科)工藤 和恵
ランダム磁場中の量子 XXZ スピン鎖の準位統計……………(お茶の水女子大学人間文化研究科)工藤 和恵

(お茶の水女子大学理学部)出口 哲生
Multidimensional Friedrichs モデルの長時間挙動……………(早稲田大学理工学総合研究センター)宮本 学

4) カオス・量子カオスと平衡・非平衡統計力学

カオス・乱流への統計力学的アプローチ……………(九州大学名誉教授)森 肇
量子カオス系の有効場理論とアンサンブル平均……………(筑波大学物理学系)谷口 伸彦
統計力学の基礎: カオス性と大自由度性の観点から……………(東京大学大学院総合文化研究科)佐々 真一
中心極限定理から見た保存系のカオス……………(日本大学理工学部・量子科学研究所)島田 一平
Fluctuation Theorem の量子補正……………(早稲田大学理工学部)門内 隆明, 田崎 秀一

5) 場の理論および宇宙論における量子カオス

ボーズ・アインシュタイン凝縮と宇宙の暗黒エネルギー&物質 ―宇宙のマクロ量子構造―
……………(お茶の水女子大学理学部物理)森川 雅博

The QCD vacuum as a disordered medium: A simplified model for the QCD Dirac operator
……………(Laboratoire de Physique Theorique et Modeles Statistiques, Universite Paris- Sud)
Antonio M. Garcia-Garcia
(Physics Department, University of Utah)James C. Osborn

特異連続スペクトルをもつ Friedrichs モデル……………(早稲田大学理工学部)藤吉 正人, 田崎 秀一

6) 数理科学的考察・量子情報理論、生物学

不均衡進化理論とカオスの縁……………((株)ネオ・モルガン研究所, 第一製薬(株))古澤 満
 ((株)ネオ・モルガン研究所)青木 和博

Global and Local Aspects of Exceptional Points

……………(Department of Physics, University of Stellenbosch, South Africa)W. Dieter Heiss

Geometric Phase and Classical-Quantum Correspondence

……………(Department of Physics, George Mason University)Indubala I. Satija
 (The Institute of Mathematical Sciences, India)Radha Balakrishnan

Faster than Lyapunov decays of classical Loschmidt echo

……………(Physics Department, FMF, University of Ljubljana, Slovenia & Center for Applied
 Mathematics and Teoretical Physics, University of Maribor, Slovenia) Gregor Veble
 (Physics Department, FMF, University of Ljubljana, Slovenia)Tomaz Prosen

Dynamics and phase space structure of Hamiltonian systems with many degrees of freedom

……………(Dept. of Phys., Nagoya University)Tetsuro Konishi

区分線形間欠性カオス写像の Ruelle 共鳴と輸送現象……………(早稲田大学理工学部)田崎秀一
 (ブリュッセル自由大学)Pierre Gaspard

A New Interpretation on Scars of Short Periodic Orbits –An Interference Effect in Semiclassical Regime–

……………(Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo)
 Agung Budiyo, Kazuo Takatsuka

Quantum fidelity decay of classically integrable dynamics with vanishing time averaged perturbation

……………(Physics Department, Faculty of Mathematics and Physics, University of Ljubljana, Slovenia)
 Tomaz Prosen and Marko Znidaric

GOE 型量子準位統計を持つ一次元保存系……………(成蹊大学工学部物理情報工学科)富谷 光良, 坂本 昇一
 (埼玉大学理学部物理学科)吉永 尚孝

パラメーターを含む量子カオス系における非交差間隔分布……………(東京大学工学部)町田 学, 齋藤 圭司
 billiard 系に於ける周期軌道の統計性

……………(名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻(物理系))浅水屋 剛, 小西 哲郎

古典ハミルトン系におけるゆらぎの統計性 —局所リヤプノフ指数のゆらぎ—

……………(日本大学大学院理工学研究科, *日本大学量子科学研究所)今井 邦俊, *島田 一平

2次元 N=1 Supersymmetry における Soliton の質量の関係……………(茨城大学大学院理工学研究科)鬼沢 重行
 シンプレクティックマップに対する特異摂動法……………(京都大学情報学数理工学)後藤 振一郎

角があるビリヤードの境界要素法について……………(東京都立大学理学研究科)岡田 雄一郎, 首藤 啓
 (ATR 環境適応通信研究所)原山 卓久
 (早稲田大学理工学部)田崎 秀一